Klausur zur Physik II SS 2009 27.06.09

1) Kurzaufgaben: ④

a) Warum stehen die elektrischen Feldlinien eines beliebig geformten, elektrisch geladenen Leiters immer senkrecht auf der Oberfläche? Warum ist die elektrische Feldstärke in einem Faraday-Käfig gleich Null?

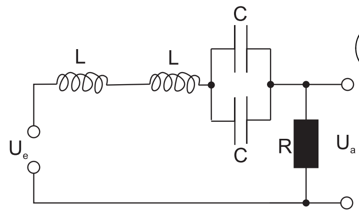
b) Warum ist, wenn man bei untergehender Sonne senkrecht nach oben schaut, das gestreute Sonnenlicht teilweise polarisiert? Wie ist die Polarisationsrichtung des gestreuten Lichtes?

c) Wie unterscheidet man diamagnetische und paramagnetische Flüssigkeiten experimentell?

d) Warum kann man hochfrequente Ströme schlecht mit einfach leitenden Drähten und gut mit einer Lecherleitung transportieren?

2) Bei Wasserstoffatomen bewegt sich das (klassische) Elektron kreisförmig um den Kern, mit $r = 0,5 \cdot 10^{-10}$ m. Welchem mittleren Strom entspricht diese Ladungsbewegung, und welche Magnetfeldstärke erzeugt sie am Ort des Kernes? Zeigen Sie mit Hilfe des Biot-Savart-Gesetzes, dass die z-Komponente des Magnetfeldes einer kreisförmigen Stromschleife, die in der xy-Ebene liegt, im Mittelpunkt der Leiterschleife gegeben ist durch $B_z = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot R}$. ③

3) Berechnen Sie den Betrag der Amplitude der frequenzabhängigen Ausgangsspannung $|U_a|$ in Abhängigkeit von der Eingangsspannung $U_e = U_0 \cdot \sin \omega t$ für die dargestellte Schaltung (die beiden Induktivitäten und Kapazitäten sind jeweils gleich groß). Wie groß ist die Phasenverschiebung φ zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung? ③

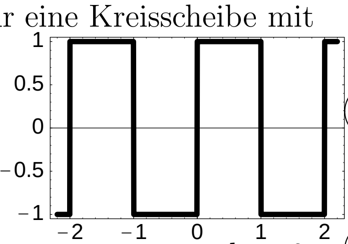


4) Finden Sie die allgemeine Lösung der inhomogenen Differenzialgleichung zweiter Ordnung $y''(x) - 9\,y(x) = \mathrm{e}^{3x} + 1$. Ermitteln Sie zunächst die homogene Lösung. Benutzen Sie anschließend den Ansatz $y(x) = a\,x\,\mathrm{e}^{3x} + b$ mit Konstanten a und b, um eine spezielle Lösung der inhomogenen Gleichung zu finden. Geben Sie schließlich die konkrete Lösung für die Anfangswerte $y(0) = 0$ und $y'(0) = \frac{1}{2}$ an. ③

5) Für ein quellenfreies Kraftfeld $\vec{F}(\vec{r}) = g(\vec{r})\,\vec{e}_z$ mit $\vec{F}(\vec{0}) = \vec{0}$ sind seine lokalen Wirbel $\vec{\nabla} \times \vec{F} \doteq 2\alpha\,(y, x, 0)$ bekannt. Rekonstruieren Sie das Feld $\vec{F}(\vec{r})$. ②

6) Beim Zubereiten von Tee wird Flüssigkeit in einer zylindrischen Kanne (Radius R, Höhe H in z-Richtung) so umgerührt, dass das Geschwindigkeitsfeld die Gestalt $\vec{v}(\vec{r}) = \omega\,\vec{e}_z \times \vec{r}$ annimmt. Skizzieren Sie die Strömung in der Draufsicht. Überprüfen Sie die Gültigkeit des Stokesschen Integralsatzes $\int \mathrm{d}\vec{f} \cdot \vec{\nabla} \times \vec{v} = \oint \mathrm{d}\vec{r} \cdot \vec{v}$, indem Sie beide Seiten explizit für eine Kreisscheibe mit Radius R auf halber Zylinderhöhe bzw. deren Rand auswerten. ③

7) Berechnen Sie die Fourier-Koeffizienten der nebenstehend abgebildeten periodischen Funktion bezüglich des Intervalls $[-1, +1]$. Lesen Sie aus dem Parsevalschen Theorem eine Summenformel ab. ③



8) Gegeben sei die Differenzialgleichung $\frac{1}{\alpha}\dot{f}(t) = \delta(t) - \delta(t - \tau)$ mit konstantem α und $\tau > 0$. Es gelte $f(t<0) \equiv 0$. Geben Sie zunächst die Lösung durch direkte Integration an. Welche Gleichung erfüllt die Fouriertransformierte $\tilde{f}(\omega)$? Durch welches Integral berechnet sich demnach $f(t)$? Wenn Sie nun $t = \frac{\tau}{2}$ wählen und den bekannten Wert von $f(\frac{\tau}{2})$ aus der Lösung verwenden, können Sie den Wert des Integrals $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\mathrm{d}\omega}{\omega} \sin(\frac{\omega\tau}{2})$ ablesen. ③

9) Benutzen Sie einen Separationsansatz, um die allgemeine Lösung der zweidimensionalen Laplace-Gleichung $\triangle u \equiv (\frac{1}{r}\partial_r r \partial_r + \frac{1}{r^2}\partial_\varphi^2) u(r, \varphi) = 0$ in Polarkoordinaten herzuleiten. ③

10) Eine Uhr m im homogenen Gravitationspotenzial $V = mgz$ bewegt sich vertikal so dass $z(0) = 0 = z(T_0)$ (vertikaler Wurf, Dauer T_0). Bestimmen Sie die Bahn $z(t)$ mit dem Prinzip der kosmischen Faulheit: Die Uhr maximiert stets ihre Anzeige $T[z] = T_0 + \int_0^{T_0} \mathrm{d}t\,(gz(t) - \frac{1}{2}\dot{z}(t)^2)$. ③

Name, Vorname	Matrikelnummer	Studiengang	Semester

Lesen Sie die Aufgaben *vollständig* durch, *bevor* Sie mit der Bearbeitung beginnen.

Bearbeiten Sie die Aufgaben in einer *Ihnen passenden* Reihenfolge.

Bearbeitungszeit: 180 Minuten.

Bitte den Namen auf *jedes* Blatt!

Zum Schluss alle Blätter zusammenheften, mit *dieser* Seite zuoberst.

Eine anonymisierte Ergebnisliste wird in der kommenden Woche ins stud.IP gestellt.

Sie erhalten eine Kopie Ihrer korrigierten Klausur in der Übungsgruppe.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ	Note